

A17740:10

Lennukilt pildistamisest metsakorralduses.

E. Šabak.

1928. aastal ilmunud raamatus toob vene metsakorralduse prof. M. M. Orlov huvitava ülevaate lennuülesvõttest, nende paremusest ja puudustest. Järgnev ülevaade esitab selle teose lühikese kokkuvõtte.

1921. aastal tehti Saksamaal esimene katse, pildistada metsa lennukilt, mille kaudu taheti selgitada tormikahjude ulatust. See katse andis rahuldavaid tagajärgi.

1923./24. aastal tarvitati lennukit Nürnbergi metsakorralduse revisjoni juures, umb. 30.000 hektaarilisel metsaalal; ülesvõtete mõõdusuhe oli 1 : 10000 ja kulud olid meie rahas 24 senti hektaarilt, s. o. umbes 20% meie 1930. a. metsakorralduse üldpinna kogukuludest (1,22 kr. pro ha.). 1924. a. seletab dr. Rebel (Forsteinrichtung mit Hilfe der Flugbilder) Nürnbergi lennufotode kohta, et lennuki abil saadud andmed kergendavad küll taksaatori tööd kvartaalide sisemises situatsioonis, kuid eeldusega, et enne on natuuras lõpetatud maa-möödutööd ja metsa piirid ning kvartaalivõrk täpsalt kantud planšettidele, mille tähtsamad punktid on natuuras lennukile tuntavaiks tehtud. Enne metsaminekut uurib taksaator stereoskoobi abil temale antud õhuülesvõtteid. Neis ei selgu kuuse ja *Abies*'i vahe, raske on vahet teha kuuse ja männi vahel; vanuse poolest eralduvad ainult äärmused, s. o. vana mets noorest, sama maksab ka boniteedi kohta. Ühes metskonnas lõpetasid 3 tehnikut, kasustades lennuki andmeid, metsakorralduse tööd 1 kuu jooksul, mis muidu oleks nõudnud 4 kuud, s. o. lennuki kaasabil teostusid tööd 4 korda kiiremini.

1925. aastal ilmus Tarandi aastaraamatus Krutsch'i üksikasjaline kirjeldis lennuki kaasabi kohta Bärenthor'i metsakorralduses. Samal aastal refereeris seda Gernits'i töö «Lennufoto metsanduses». Selle järgi on püütud selgitada lennuülesvõtte mõõdul: mida suurem see on, seda selgemaks ja sisurikkamaks osutub pilt. Mõõdu suurus (M) oleneb siin fotoaparaadi objektiivivi fookuse-kauguse (f) ja lennukõrguse (H.) suhtest, s. o. $M = f : H$.

On näiteks $f = 30$ sm ja $H = 3.000$ m, siis on $M = 1 : 10.000$
 „ $H = 1.500$ „ „ „ $M = 1 : 5.000$
 „ $H = 750$ „ „ „ $M = 1 : 2.500$

Et liikuva lennuki vertikaaltelg kõigub ja tema kaugusevahe maast muutub (eriti mägises maastikus), siis pole sama lennuki fotoskitsed mõõdult ühtlased ja neid tuleb transformaatori abil ümber töötada n. n. «fotoplaanideks». Selle operatsiooni võimaldamiseks peab iga järgmine pilt katma umbes 30% eelmise pildi pikkusest ja laiusest. Mägises maastikus tarvitatakse ikka stereoskoobilist ülesvõtet, s. o. sama osa pildistatakse kaks korda teatava vaheajaga, vastavalt õhubaasise pikkusele, mille suurus oleneb lennukõrgusest. Säärased pildid ühendatakse fotoplaani, n. n. stereo-komparaatori ehk stereoplanigraafi abil.

Krutsch tõendab Rebel'i väiteid, et niimoodi koostatud fotoplaan annab täiesti reaalse kujutluse metsa seisukorrast, puistiku koostisest, puuliikidest, täiusest, vanuse-gruppidest, omades seega orienteerimise suhtes suure tähtsuse. Mitmete katsete najal arvab Krutsch, et fotoplaanide abil saab lõpeks mõõta puude kõrgustki ja leida kõiki takseerimiseks vajanduvaid andmeid, isegi kuni tagavaranani.

1925./26. a. soovitab vene metsateadlane A. E. Novosjelski samuti suuremamõõdulist ülesvõtet (1:5000), kuna väiksem mõõt (1:10.000) annab juba vähem üksikasju ja ülesvõtte vahekorras 1:20.000 eraldab selgesti ainult metsaga, metsata ja vanema metsaga alasid. Piltide äärosade kattumine pidavat ulatuma 25—50%-ni, et oleks võimalik üksteisega piirduvaid pilte uurida stereoskoobi abil. Suvel tehtud lennuülesvõtted võimaldavad osade eraldamiseks järgmisi tunnuseid:

Rohukatega lagendikel ja heinamail on pildil ühtaoline hall värv. Raieistikud eralduvad lagendikest oma suurema pinna ja geomeetrilise kuju poolest.

Sügavad veepinnad on süsimustad; madalad veed — heledamad.

Põld (eriti kuiv) on ribades või koosneb heledaist täppidest.

Rabad ja sood on iseloomustatud nende ümmarguste piiridega ja äärepealse taimestikuga.

Põlendikke tuntakse ümberpaisatud puutüvede ja kohati heledamate ribade ning kontuuride järgi.

Raiestiku või põlendiku uuendamise tunnuseks on tumedamad täpid ühetaolisel heledamal foonil.

Kvartaalisihid: mitmes varjundis erinevad puukroonide vahelised sirged jooned.

Mets: ortogonaalses projektsioonis puukroonide kogud omandavad pildil üksteisest mitmele kaugusele paigutatud mitmevarjundilise tera-kogude kuju. Tera-de, s. o. puukroonide vahed on tumedamad; nende heledamad keskkohad, s. o. puuladvad, on okaspuudel teravamad — nii kuusel kui ka männil. Mõõdus 1:10.000 on lehtmetsa (eriti kui see kase enamusega) eraldamine okasmetsast juba raskem.

Puiestiku vanus eraldub neljas klassis:

puuselts	I-kl	II	III	IV
okaspuu =	1—10 a.	11—40	41—80	81 ja rohkem
lehtpuu =	1—5 a.	5—20	21—50	51 „ „

Boniteet: kolmes klassis: parem, keskmine ja halvem.

Täius: täpsusega kuni 0,2.

Puiestiku keskmise kõrguse ja diameetri määramise täpsus on õige väike.

Lennuülesvõtteiks on vaja järgmisi eeltöid:

1) algpunktide ülesseadmine looduses, mis lennukilt ja fotopildidel näha;

2) nende algpunktide asukohtade täppis kindlaksmääramine looduses ja planšettidele kandmine;

3) 15—18 sm suuruse fotopildi andmete planšettile kandmiseks mõõdus 1:10.000 peaks algpunktid paigutatud olema üksteisest 1 km kaugusele, s. o. kvartaali suurus — 1 ruutkm. Piiri- ja kvartaalisihid peavad oma löikepunktidest kuni 20 m kauguseni olema laiendatud kuni 6 meetrini.

1926. a. kirjeldab D. A. Milovanovitš oma töös «Lennu-fototakseerimise praktikast» Tveri kub. (Venemaal) kahe metskonna metsakorraldamistööd lennuki abil 55.000 ha-lisel metsalal. Metsas asutati endise puiestikuplaani järgi algpunktide võrk lubjaga värvitud sõõride näol; kvartaalisihtide löikepunktides raiuti platsikesed lahti ja kvartaali tulbad lubjati samuti. Need teodoliidiga ülesvõetud algpunktid kanti planšettidele, viimased anti siis lendurile-ülesvõtjale orienteerumiseks. Ülesvõtteid tehti igast osast kaks korda: edasi lennates esimene kord ja tagasi lennates teine kord. Seejuures andis mõõt 1:10.000 rahuldavaid tulemusi ainult avatud ehk lahtiste pindade kohta, nagu raiestikud, põlendikud, rabad, tarbemaad jne.

Paremaid tulemusi oleks saadud pankromaatiliste filmide ja läikiva paberi tarvitamisega. 1:10.000 mõõdusuhte juures mahutas film 18×24 sm = 400 ha; $3-3\frac{1}{2}$ tunnilisel lennul tehti 100—200 ülesvõtet, s. o. kokku pildistati umbes 50.000 hektaari. Üksteisega piirduvate piltide äärte kattuvus oli 25—30%. Et ülesvõtte õnnestub ainult selge taevaga ja tuuleta ilmaga, siis 4 kuu jooksul tehti ainult 15 kasulikku lendu. Piltidel olid selgesti eraldatavad: mittemetsamaa pinnad, nagu rabad, jõed, järved, heinamaad, põllud jne., metsata metsamaad, nagu põlendikud, raiestikud, harvikud, samuti kulissid ja viimati vähema täpsusega puiestikud; viimaste suhtes olid eraldatavad ainult kolm boniteedi, täiuse ja vanuse astet; vilunud silm võis pildil eraldada männi-, kuuse- ja lehtmetsa. Fotoplanšettide järgi taksaator täiendas eeltoodud andmeid juba metsas puiestiku koostise, kõrguse, diameetri, tagavara, boniteedi ja häälduse kohta — osade lõpulikuks eraldamiseks.

Pääle ülesvõtteid lennukilt olid iseseisvalt mõõdetud veel metsa piirid ja puhastatud kvartaalisihid; sisemist situatsiooni looduses ei uuritud, takseersihite ei aetud ja osade eraldamist toimetati fotoplaanide alusel. See õhuülesvõtete tegemine maksis võrdlemisi palju — 40 senti ha, sest asi oli uus, tehnikud ettevalmistamata, töökoht Moskvast kaugel ja kohapääl tuli sisse seada erilisi laboratooriume. Siiski tegi iga tehnik $1\frac{1}{2}$ korda tavalisest rohkem. Järgmistel töödel maksis 1 ha juba kõigest 16 senti ha.

Suuremate metsa-massiivide uurimiseks Novosjelski ja Milovanoviš soovivad tarvitada ainult lihtsaid fotoskitse, mis saadud madalal lennul 500—700 m. kõrgusel, kiirusega kuni 60 km tunnis, mille kulud oleksid kõigest 4—6 senti ha.

1926. a. kirjeldab K. M. Grigorjev endise Lissino õppemetskonna aerotöid 6700 ha suurusel üldpinnal, mõõdus 1:8400, fotopiltidel 13×18 sm ja nende äärte katmisel kuni 25%. Piltidel olid selged metsata osad, mis aga I vanus-klassist eraldusid puudulikult. Pandi ühtlasi tähele, et lennukitöö vähendab andmeis puiestiku tegeliku vanuse, kuna maapäälne takseerimine seda suurendab. Lennukitöö kulud olid siin 11 senti ha-lt, ilma transformeerimata. Viimasel juhul oleks kulud 2 senti võrra ha-lt tõusnud.

Grigorjev leiab lennuki tarvitamisel olevat järgmised paremused:

metsata osad, nagu raiestikud, põlendikud, kõlbmata maad,

lagendikud jne., mis ei nõua nurkade kindlustamist, jäävad instrumentaalselt maamõõtja poolt ülesvõtmata;

2) kergendatakse piiride muutmine maakorralduse juures;

3) algkorralduse maamõõdu-kulud vähenevad lennuki eeltöö tagajärjel;

4) väheneb takseersihtide tarvidus;

5) lennuk annab taksaatorile abrissi, mis kiirendab osade eraldamist ja kergendab kogu metsandiku ülevaadet;

6) Üldise töökäigu kiirust lennuk suurendab kuni 50% võrra.

Lõppotsus on aga ka siin, et vaatamata lennuki kaasabile peab taksaator siiski pärast metsas iga osa järele vaatama.

1927. a. kirjeldab Weissker Saksamaa, Sakseni «Weisse Hirsch»-metskonna lennuki abil teostatud metsakorralduse saavutusi 2000 hektaarilisel metsaalal. Paremaks lennukõrguseks peab Weissker 2000—2500 m. Suurem kõrgus annab mainitu arvates vähem üksikasju, kuna vähem kõrgus, näit. 1000 m ei luba piltide stereoskopeerimist, mida takistavad puukroonide tuules liikumisest tekkinud vead. Stereoskoopilise pildistamise õhubaasis oli siin 0,1 lennukõrgusest, s. o. umb. 240 m, nii et ülesvõtted tehti iga 6 sekundi tagant. Seejuures järgmine pilt kattis 7/8 eelmisest. Algpunkte oli metsas 17.

Weissker'i andmed tõendavad sedasama, mis on väitnud eelmised autorid, et lennuki fotoplaanid ei või täita hariliku puiestiku plaani aset, — kuid ka ümberpöörduvalt. Suurt tähtsust annab Weissker stereoskoopilistele lennuvõtetele, mis Hegersdorfi Heyde aerokartograafi abil šiffreerituna, võimaldavad üksikute puude kõrguse määramist, veaga 2—3% ja terve puiestiku keskmise kõrguse määramist, veaga 6—7%. Puude arvu lennuk vähendab aga 48—65% ja tagavara määramine on seni saavutamata. Sakseni metsakorralduse saavutised tõendavad, et lennukist on kasu 5000 ha-liste ja suuremate massiivide algkorraldusel.

Oma lõppkokkuvõttes teeb prof. Orlov eestoodud andmete kohta järgmised otsused:

1) lennuki tarvitamine metsakorralduses on siis otstarbekohane, kui tehtud kulud kompenseeruvad tema paremuste ja kasudega;

2) töökäik peaks olema järgmine: esimesel aastal: tööpinnal algpunktide ülesseadmine, siis maamõõdutööd ja viimati lennukilt ülesvõtted; järgmisel talvel: taksaatorid transformeerivad ja dešiffreerivad aerofotopilte, kannavad kõik eelmise aasta

andmed planšettidele, projekteerivad kvartaalivõrgu ja seavad kokku takseerkirjeldise; teisel aastal: asutakse looduses kontrolltakseerimisele, võetakse proovid, uuritakse mudelid, täiendatakse maamõõtmise ja seatakse kokku majanduskava. Lennuki andmete kombineerimiseks peavad metsakorraldajad teoreetiliselt olema eriti ettevalmistatud:

3) pindade suhe saavutatakse kõige kindlamalt ja lihtsamalt aeropiltide abil; nende kvantitatiivne arvestus nõuab aga erilisi aparate ja ainult silmamõõdust selleks ei jatu; puiestikkude ja osade kvalitatiivne hindamine aeropiltide järgi pole võimalik, nagu näit. seisukorra-langi suuruse määramisel, mis nõuab tingimata maapäälset takseerimist;

4) lennuki tarvitamine on seda kasulikum, mida suurem mets; väikesile polügoonidele ta pole kohane, sest et ringpiir peab niikuinii geodeetiliselt ülesvõtama ja see jääb ikka kõikide tööde peaosaks;

5) lennuki töö ei vabasta metsakorraldust kvartaalisihptide läbiraumimisest ja kvartaalivõrgu sisseseadmisesest looduses.

Kõiki eestoodud lennuki töö paremusi ja puudusi arvesse võttes jõuame otsusele, et meie väikeses Eestis praegusel majanduslikult raskel ajal on vähe loofust meie metsakorralduse kulude suurendamiseks, — vaatamata sellele, et tööd toimuks sel viisil palju kiiremini. Käesoleva referaadi eesmärk on ka pääasjalikult meie metsapere informeerimine ja huvi äratamine selle uue töölihtsustamise ja kiirustamise tehnilise abinõu vastu, millele eesnimetatud autorid ennustavad kiiret arenemist kõige lähemas tulevikus. Kahtlemata tuleb aeg, kuna ka meie metsakorralduses saame kasustada kõiki lennukilt pildistamise paremusi.

Über die Luftbildaufnahme in der Forsteinrichtung.

(Zusammenfassung.)

E. Schabak.

Der erste Versuch der Luftbildaufnahme wurde in Deutschland im Jahre 1921 angestellt. Im Jahre 1923/24 wurden bei der Revision des Nürnberger Waldes ca 30.000 ha auf diese Weise aufgenommen. Die Arbeiten haben erwiesen, dass die Luftbildaufnahme die Arbeit des Taxators bei der Aufnahme der inneren Situation erleichtert, doch müssen vorher die Grenzen und Schneisen aufgetragen sein und die wichtigsten Punkte in der Natur so vermerkt werden, dass

sie vom Flugzeuge erkennbar sind. Die Arbeiten wurden 4 mal schneller vollbracht als gewöhnlich.

Im Jahre 1925 bei der Forsteinrichtung in Bärenthoren vermittelt der Luftbildaufnahme, wurde ersichtlich, dass der Massstab des Luftbildes von grösster Bedeutung ist: je grösser der Massstab, desto deutlicher war das Bild. Die Anfertigung der Luftbildpläne nach den Luftbildern war möglich, wenn jedes nächste Bild ca 50 % der Fläche des ersteren deckte. Der Luftbildplan gibt eine Übersicht über die allgemeine Lage, über die Holzarten und deren Zusammensetzung, über den Bestockungsgrad des Bestandes und ist deswegen zur Orientierung von grosser Bedeutung.

Nach der Beschreibung von D. Milowanowitsch wurde in Russland, im Gouvernement Twer, im Jahre 1926 die Forsteinrichtung zweier Oberförstereien, auf einer Fläche von 55.000 ha, mit Hilfe der Luftbildaufnahme vollbracht. Zu diesem Zweck wurden in der Natur die Kreuzungsstellen der Schneisen blosgelegt und mit Kalk bestrichene ringförmige Anhaltspunkte hergestellt, die auf den Plan aufgetragen wurden. Es wurden von jedem Ort zwei Aufnahmen gemacht. In 4 Monaten wurden nur 15 nützliche Flüge erzielt. Auf den Luftbildern waren deutlich die Grenzen zu unterscheiden, ferner konnte man drei Abstufungen der Standortsgüte, des Bestockungsgrades und des Alters unterscheiden.

Nach den Luftbildplänen wurde die Beschreibung der Bestände vom Taxator in der Natur vervollständigt. Die Kosten für die Luftbilder betragen Ekr. 0,40 (= ca Rmk. 0,45) pro ha.

Im Jahre 1926 wurde der Lehrforst Lissino in Russland — 6700 ha — vom Flugzeuge aufgenommen. Bei dieser Aufnahme wurde ersichtlich, dass man nach den Luftbildern ein jüngeres Alter der Bestände erzielt, als sie tatsächlich sind. Die Kosten betragen Ekr. 0,15 (= ca Rmk. 0,14) pro ha.

Weissker beschreibt die in Sachsen im Jahre 1927 vermittelt der Luftaufnahme stattgefundene Forsteinrichtung auf einer Fläche von 2000 ha. Die beste Flughöhe war 2000—2500 m. Die Photographien wurden nach je 6 Sekunden gemacht. Nach Weissker ist es ermöglicht auf Grund der stereoskopischen Luftbildern auch die Mittelhöhe des Bestandes mit einem Fehler von 6—7 % zu ermitteln; doch bleibt die Ermittlung des Vorrats bisher noch unmöglich.

Nach Prof. Orloffs Anschauungen hat man bisher mit der Luftbildaufnahme in der Forsteinrichtung folgendes erzielt:

1) Die Luftbildaufnahme ist zweckmässig, wenn die Kosten mit den Vorteilen kompensiert werden.

2) Die Arbeitsreihenfolge in der Forsteinrichtung wäre folgende: **erstes Jahr**: Herstellung der Anhaltspunkte, Vermessungen, Luftbildaufnahme, Transformieren und Deschiffrieren der Luftbilder, Einteilung des Waldes. **Zweites Jahr**: Bestandesbeschreibung in der Natur, Aufnahme der Versuchsflächen, Fällen der Probestämme und Aufstellung des Betriebsplanes.

3) Das Verhältnis der Flächen wird erzielt, der Vorrat bleibt aber unbestimmt.

4) Bei grösseren Waldflächen ist die Luftbildaufnahme vorteilhafter.

5) Bei der Luftbildaufnahme muss immerhin in der Natur die Einteilung stattfinden.

Heutzutage, wegen der schweren wirtschaftlichen Lage, ist wenig Hoffnung, dass wir in Esland die Luftbildaufnahme in der Forsteinrichtung anwenden können,

№ 273 (2. 11. 32)

A 17740:10

denn dadurch würden die Gesamtkosten der Forsteinrichtung gesteigert werden, unabgesehen davon, dass die Arbeit viel schneller vollbracht werden würde.

Hoffentlich können auch wir in der Zukunft die Vorteile der Luftbildaufnahme verwenden.
